

DOCKET NO.: 259133US2PCT

10/506679
DT04 Rec'd PCT/PTO 17 SEP 2004

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Noritake URA

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/06630

INTERNATIONAL FILING DATE: May 28, 2003

FOR: ROTATIONAL ANGLE DETECTOR AND ITS TEMPERATURE CORRECTING METHOD

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:


COUNTRY
Japan

APPLICATION NO
2002-155651

DAY/MONTH/YEAR
29 May 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/06630. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number
22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

Rec'd PCT/PTO PCT/JP03/06630
17 SEP 2004 #2
28.05.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

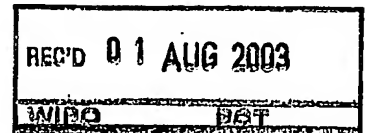
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 5 月 2 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 1 5 5 6 5 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 1 5 5 6 5 1]

出 願 人 豊田工機株式会社
Applicant(s):

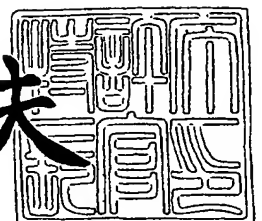


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 7 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 5 2 5 1 1

【書類名】 特許願
【整理番号】 02P00059
【提出日】 平成14年 5月29日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01L 3/10
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内
 【氏名】 裏 則岳
【特許出願人】
 【識別番号】 000003470
 【氏名又は名称】 豊田工機株式会社
 【代表者】 湯野川 孝夫
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 003632
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回転角検出装置とその温度補正方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転するロータと、ロータに固定されており、一端に交流の励磁電流が印加され、他端にアース線が接続されている励磁コイルと、

ロータの周囲に固定されており、一端から出力電圧が取り出され、他端に前記アース線が接続されており、振幅がロータの回転角に依存して増減する交流の回転角電圧に、アース線のインピーダンスと励磁電流に起因する交流バイアス電圧が重畳した電圧を出力するステータコイルを有する回転角検出装置において、

基準タイミングからの経過時間との関係で、温度に依存する要素の値を算出するのに必要なデータを記憶している記憶手段と、

前記記憶手段に記憶されるデータを減算する減算手段によって前記交流の回転角電圧を求める回転角電圧検出手段と、

前記記憶手段に記憶されるデータを加算する加算手段によって前記交流バイアス電圧を求めるバイアス検出手段と、

前記回転角電圧検出手段と前記バイアス検出手段とから、少なくとも異なった 2 点以上でサンプリングした値で交流回転角電圧の振幅値と交流回転角電圧の基準タイミングに対する位相差、および交流バイアス電圧の振幅値と交流バイアス電圧の基準タイミングに対する位相差を求める手段を備えた回転角検出装置。

【請求項 2】 ロータが回転したときの前記出力電圧を順次サンプリングして記憶する手段と、

記憶された出力電圧群の中で最大ピーク値を含む少なくとも 1 周期分の第 1 出力電圧群を特定する手段と、

記憶された出力電圧群の中で最大ボトム値を含む少なくとも 1 周期分の第 2 出力電圧群を特定する手段と、

特定された前記第 1 出力電圧群と前記第 2 出力電圧群について、基準タイミングからの経過時間が等しい第 1 出力電圧と第 2 出力電圧を順次減算する手段および加算する手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の回転角検出装置。

【請求項 3】 振幅がロータの回転角に依存して増減する交流の回転角電圧に、ア

ース線のインピーダンスと励磁電流に起因する交流バイアス電圧が重畳した電圧を出力する回転角検出装置の出力電圧に影響を与える温度に対する温度補正方法であって、

ロータを回転させながら前記出力電圧を順次サンプリングする第1工程と、
サンプリングした出力電圧群の中で最大ピーク値を含む少なくとも1周期分の第1出力電圧群を特定する第2工程と、

サンプリングした出力電圧群の中で最大ボトム値を含む少なくとも1周期分の第2出力電圧群を特定する第3工程と、

特定された前記第1出力電圧群と前記第2出力電圧群について、基準タイミングからの経過時間が等しい前記第1出力電圧と前記第2出力電圧を順次減算して交流回転角電圧を求める第4工程と、

基準タイミングからの経過時間が等しい前記第1出力電圧と前記第2出力電圧を順次加算して交流バイアス電圧を求める第5工程と、

前記第4工程と、前記第5工程から少なくとも異なった2点以上でサンプリングした値で前記交流回転角電圧の振幅値と、前記交流回転角電圧の基準タイミングに対する位相差および前記交流バイアス電圧の振幅値と、前記交流バイアス電圧の基準タイミングに対する位相差を求める第6工程と、

を有する温度補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転角検出装置とその温度補正方法、特にその導出方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来のレゾルバを用いて回転角を検出する回転角検出装置としては、例えば特願2002-127173号公報（以下、従来例と称す）に記載されているものがある。従来例には、図5に示す様に、励磁コイル122とcos相コイル128と、sin相コイル130を共通のアース線146を用いてアースした場合、sin相コイル13

0の端子136には、振幅がロータの回転角 θ のsin値に依存して増減する交流の回転角電圧に加えて、アース線146のインピーダンス144と励磁電流に起因する交流のバイアス電圧が重畳された電圧が出力されることが記述されている。この結果、sin相コイル130の端子136から出力される電圧から得られるロータ122の回転角の検出精度が低下してしまうという問題が生じる。この課題を解決するために従来例では、基準タイミングからの経過時間との関係で交流バイアス電圧を算出するのに必要なデータを記憶している記憶手段と、sin相コイル130の出力電圧から、記憶手段に記憶されているデータより算出される「基準タイミングから前記出力電圧の検出時までの経過時間だけ経過した時の交流バイアス電圧」を減算する減算手段を備えた回転角検出装置が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例にあつては、時々刻々変化する温度変化に対しては十分な考慮がされておらず、そのため高精度な回転角を検出できないという未解決の問題が生じる。

【0004】

そこで、本発明は、上記従来例の未解決の課題に着目してなされたものであり、時々刻々変化する温度変化による回転角誤差をなくし、高精度な回転角検出装置を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段及び作用と効果】

上記目的を達成するため、請求項1記載の回転角検出装置では、回転するロータと、ロータに固定されており、一端に交流の励磁電流が印加され、他端にアース線が接続されている励磁コイルと、ロータの周囲に固定されており、一端から出力電圧が取り出され、他端に前記アース線が接続されており、振幅がロータの回転角に依存して増減する交流の回転角電圧に、アース線のインピーダンスと励磁電流に起因する交流バイアス電圧が重畳した電圧を出力するステータコイルを有する回転角検出装置において、基準タイミングからの経過時間との関係で、温度に依存する要素の値を算出するのに必要なデータを記憶している記憶手段と、

前記記憶手段に記憶されるデータを減算する減算手段によって前記交流の回転角電圧を求める回転角電圧検出手段と、前記記憶手段に記憶されるデータを加算する加算手段によって前記交流バイアス電圧を求めるバイアス検出手段と、前記回転角電圧検出手段と、前記バイアス検出手段から少なくとも異なった2点以上でサンプリングした値で交流回転角電圧の振幅値と、交流回転角電圧の基準タイミングに対する位相差および交流バイアス電圧の振幅値と、交流バイアス電圧の基準タイミングに対する位相差を求める手段を備えたことを技術的特徴とする。

【0006】

また、上記目的を達成するため、請求項2記載の回転角検出装置では、ロータが回転したときの前記出力電圧を順次サンプリングして記憶する手段と、記憶された出力電圧群の中で最大ピーク値を含む少なくとも1周期分の第1出力電圧群を特定する手段と、記憶された出力電圧群の中で最大ボトム値を含む少なくとも1周期分の第2出力電圧群を特定する手段と、特定された前記第1出力電圧群と前記第2出力電圧群について、基準タイミングからの経過時間が等しい第1出力電圧と第2出力電圧を順次減算する手段および加算する手段を備えたことを技術的特徴とする。

【0007】

上記特徴を備えた請求項1および請求項2の発明は次のように作用する。ロータはステータコイルに対して回転する。励磁コイルはロータの周囲に固定されており、一端に交流の励磁電流が印加され、他端にアース線が接続されている。ステータコイルはロータの周囲に固定されており、一端から出力電圧が取り出され、他端にアース線が接続されている。ステータコイルの一端に生じる出力電圧は、振幅がロータの回転角に依存して増減する交流の回転角電圧に、アース線のインピーダンスと励磁電流に起因する交流バイアス電圧が重畳した電圧となる。温度に依存する要素の値を算出するのに必要なデータを記憶しているデータ記憶手段は、基準タイミングからの経過時間との関係で、交流回転角電圧と交流バイアス電圧を算出するのに必要なデータを記憶している。

【0008】

必要なデータを記憶する方法は、ロータが回転したときの出力電圧を順次サン

プリングして記憶する手段であり、また記憶された出力電圧群の中で最大ピーク値を含む少なくとも1周期分の第1出力電圧群を特定する手段と、記憶された出力電圧群の中で最大ボトム値を含む少なくとも1周期分の第2出力電圧群を特定する手段とを有している。この特定された第1出力電圧群と第2出力電圧群について、基準タイミングからの経過時間が等しい第1出力電圧と第2出力電圧を順次減算する手段および加算する手段を用いて交流の回転角電圧を求める回転角電圧検出手段と、記憶手段に記憶されるデータを加算する加算手段によって交流バイアス電圧を求めるバイアス検出手段と、回転角電圧検出手段と、バイアス検出手段から少なくとも異なった2点以上でサンプリングした値で演算した交流回転角電圧の振幅値と、交流回転角電圧の基準タイミングに対する位相差および交流バイアス電圧の振幅値と、交流バイアス電圧の基準タイミングに対する位相差を求める。

【0009】

これらの交流回転角電圧の振幅値と、交流回転角電圧の基準タイミングに対する位相差および交流バイアス電圧の振幅値と、交流バイアス電圧の基準タイミングに対する位相差を使用することによって、時々刻々変化する温度変化に影響されない高精度な回転角検出装置が得られる。

【0010】

本発明の温度補正方法は、振幅がロータの回転角に依存して増減する交流の回転角電圧に、アース線のインピーダンスと励磁電流に起因する交流バイアス電圧を重ねて電圧を出力することによって回転角検出装置の出力電圧に影響を与える温度補正を行なうことにより具現化される。

この方法によると、ロータを回転させながら出力電圧を順次サンプリングすることで、サンプリングした出力電圧群の中で最大ピーク値を含む少なくとも1周期分の第1出力電圧群を特定することができる。また、サンプリングした出力電圧群の中で最大ボトム値を含む少なくとも1周期分の第2出力電圧群も特定することができる。この特定された第1出力電圧群と第2出力電圧群について、基準タイミングからの経過時間が等しい第1出力電圧と第2出力電圧を順次減算して交流回転角電圧を求めることができる。また、基準タイミングからの経過時間が

等しい第1出力電圧と第2出力電圧を順次加算して交流バイアス電圧を求めることができる。交流回転角電圧と交流バイアス電圧から少なくとも異なった2点以上でサンプリングした値で交流回転角電圧の振幅値と、交流回転角電圧の基準タイミングに対する位相差および交流バイアス電圧の振幅値と、交流バイアス電圧の基準タイミングに対する位相差を求めることができる。この求められた交流回転角電圧の振幅値と位相差および交流バイアス電圧の振幅値と位相差を使用することにより、時々刻々変化する温度変化に影響されない高精度な回転角検出装置が得られる。

【0011】

【発明の実施の形態】

図1に電動パワーステアリングシステム10の構成を示す。このシステム10には、ECU20と第1レゾルバ15sで構成される第1回転角検出装置と、ECU20と第2レゾルバ16sで構成される第2回転角検出装置が含まれている。また、これらのECU20、第1レゾルバ15sおよび第2レゾルバ16sによって運転者のハンドル11のトルク値に変換して検出するトルク検出装置が構成されている。この電動パワーステアリングシステム10では、ハンドル11がハンドル軸12の一端側が接続されており、ハンドル軸12の他端側には、トーションバー14の一端側に接続されている。トーションバー14の他端側には、出力軸を介してピニオン軸13の一端側が接続されている。ピニオン軸13のピニオンはラック19と噛合っている。ラック19とラックハウジング18Hによってラック機構18が構成されている。ラック機構18によって、ラック19はラックハウジング18H内を軸方向に往復動するようになっている。ラック機構18の両端には、タイロッド21の一端が装着されている。タイロッド21の他端には、ナックルアーム22が連結されている。ナックルアーム22の他端には車輪23が連結されている。

【0012】

上記したハンドル軸12の下端側の周囲には、第1レゾルバ15sが設けられている。第1レゾルバ15sはハンドル軸12の第1回転角 θ_1 を検出する第1回転角の検出部として機能する。トーションバー14の下端側の周囲には、第2

レゾルバ 16s が設けられている。第 2 レゾルバ 16s はピニオン 13 の第 2 回転角 $\theta 2$ を検出する第 2 回転角の検出部として機能する。第 1 レゾルバ 15s と第 2 レゾルバ 16s は ECU 20 に電氣的に接続されている。ECU 20、第 1 レゾルバ 15s および第 2 レゾルバ 16s によってトルク検出装置が構成されている。トルク検出装置を構成する ECU 20 は第 1 レゾルバ 15s で検出した第 1 回転角 $\theta 1$ と第 2 レゾルバ 16s で検出した第 2 回転角 $\theta 2$ から運転者がハンドル 11 を操舵することで発生した操舵トルク値 $T = K(\theta 1 - \theta 2)$ を演算する。尚 K はトーションバー 14 のバネ定数である。ECU 20 はモータ M に接続されており、演算したトルク値 T を所定のトルク／電流値変換のマップにより得られた指令電流を電流制御部を通して PWM (パルス幅変調) 制御する。トルク検出装置 30、15s、16s のより具体的な構成については後述する。モータ M は発生したアシストトルクを減速機 17 を経由してラック機構 18 に伝達する。

【0013】

この電動パワーステアリングシステム 10 の動作を説明する。まず、運転者がハンドル 11 を操舵すると、ハンドル軸 12 が回転する。ハンドル軸 12 が回転するとトーションバー 14 を介してピニオン軸 13 も回転する。ピニオン軸 13 が回転するとそのピニオンと噛合ったラック 19 が軸方向に動き、タイロッド 21 とナックルアーム 22 を介して車輪 23 の走向方向が変化する。運転者がハンドル 11 を操舵することで発生したトルクは、トルク検出装置 30、15s、16s によって検出される。トルク検出装置を構成する ECU 20 はこのトルクに基づいてモータ M を制御する。

【0014】

トルク検出装置 30、15s、16s が検出した操舵トルクが小さいと、ECU 20 はモータ M に小さなアシストトルクを発生させるように制御する。トルク検出装置 30、15s、16s が検出した操舵トルクが大きいと、ECU 20 はモータ M に大きなアシストトルクを発生させるように制御する。モータ M で発生したアシストトルクはラック機構 18 に伝達され、ラック 19 の動きを補助する。従って運転者は軽い力でハンドル 11 を操舵することができる。

【0015】

図2にトルク検出装置30のブロック図を示す。トルク検出装置30は、上述したようにECU20と第1レゾルバ15sで構成される第1回転角検出装置と、ECU20と第2レゾルバ16sで構成される第2回転角検出装置を含む。ECU20はCPU52と、ROM56、RAM58およびEEPROM59で構成されている。CPU52は入力ポート52b～52eや出力ポート52a等のポートを有している。入力ポート52b～52eはCPU52の内部でA/D変換器に接続され、アナログ信号がデジタル信号に変換されCPU52で処理される。また出力ポート52aはCPU52の内部でD/A変換器に接続され、デジタル信号がアナログ信号に変換され、第1レゾルバ15sや第2レゾルバ16sおよびモータMに出力される。ROM56には、後述する温度補正の導出処理を行なうためのプログラムやトルク算出のためのプログラム等が格納されている。

【0016】

第1レゾルバ15sは第1ロータ31と、第1励磁コイル32と、第1sin相コイル（ステータコイル）34と、第1cos相コイル（ステータコイル）36等を備えている。第2レゾルバ16sは第2ロータ41と、第2励磁コイル42と、第2sin相コイル（ステータコイル）43と、第2cos相コイル（ステータコイル）44等を備えている。第1ロータ31は第1励磁コイル32を有する。第1ロータ31の回転に伴って第1励磁コイル32も回転する。本実施例では具体的な図示は省略するが、回転角検出精度を高めるため、第1ロータ31の機械的な回転角に対して、電気角が8倍となるようにロータコイル群が配置されている。電気角が8倍とするため、N極とS極の対が4つ構成され、一般的にはギアなどで機械的に行なう増速を電気的に行なっており、回転角の分解能は4倍となる。なお、以下で「回転角」というときは特に断りがない限りこの電気角を意味するものとする。

【0017】

第1レゾルバ15sの第1励磁コイル32は、第1ロータ31のスロットに巻かれている。この第1励磁コイル32は、一端側ではCPU52の出力ポート52aから交流の励磁電圧（後述する式（1））が印加され、他端には共通アース線4

6が接続されている。また、第2レゾルバ16sの第2励磁コイル42は、第2ロータ41のスロットに巻かれている。この第2励磁コイル42にも一端側ではCPU52の出力ポート52aから交流の励磁電圧（後述する式（1））が印加され、他端には共通アース線46が接続されている。従って、共通アース線46には、第1励磁コイル32に流れる第1励磁電流と、第2励磁コイル42に流れる第2励磁電流を合計した電流が流れる。以下では、この第1励磁電流と第2励磁電流を合計した電流を単に「励磁電流」という。励磁コイル32、42はロータ31、41に内蔵されている図示しないコイルと相俟って変圧器を構成する。その図示しないコイルに発生する電圧によって、ロータコイル群32、42に励磁電圧が印加される。本実施例では外部から第1ロータ31および第2ロータ41のロータコイル群32、42に励磁電圧を印加する方法として非接触式の変圧器を記述したが、接触式のブラシを用いてもよい。

【0018】

励磁電圧は式（1）で表わされる。

$$V_e = E \sin \omega t \quad (1)$$

励磁電流は式（2）で表わされる。

$$I_e = I \sin (\omega t + \beta) \quad (2)$$

ここで、E：励磁電圧の振幅（volt）、 ω ：励磁電圧の角速度（rad/s）

I：励磁電流の振幅（amp）、 β ：励磁電流の励磁電圧に対する位相差（rad）である。なお、励磁電圧の角速度 ω には $\omega = 2\pi/P$ の関係があり、この時のPは周期（s）である。本実施例では $P = 200\mu s$ に設定されている。

【0019】

第1レゾルバ15sの第1cos相コイル36は第1ロータ31と同心上で第1ロータ31の周囲に固定されているステータのスロット内に巻かれている。この第1cos相コイル36は、一端に生じた第1cos相電圧がCPU52の入力ポート52bに入力され、他端には共通アース線46が接続されている。第1cos相電圧（後述する式（5））は、振幅が第1ロータ31の回転角 θ_1 のcos値に依存して増減する交流の回転角電圧（後述する式（3））に、共通アース線46のインピーダンス48と励磁電流に起因する交流のバイアス電圧（後述する式（4））が重

畳した電圧である。

【0020】

第1 cos相電圧の回転角電圧は式(3)で表わされる。

$$V_{cos1} = EK(T) \sin(\omega t + \alpha(T)) \cos(\theta 1) \quad (3)$$

バイアス電圧は式(4)で表わされる。

$$V_{bias} = R(T) I \sin(\omega t + \beta(T)) \quad (4)$$

第1 cos相電圧は式(3)と式(4)を加算した式(5)で表わされる。

$$V_{cos1T} = EK(T) \sin(\omega t + \alpha(T)) \cos(\theta 1) + R(T) I \sin(\omega t + \beta(T)) \quad (5)$$

ここで、 $K(T)$: トランス効率(無単位)、 $\alpha(T)$: 第1 cos相電圧の励磁電圧に対する位相差(rad)、 $\theta 1$: 第1ロータの第1回転角(rad)、 $R(T)$: 共通アース線のインピーダンス(Ω)である。また記号の後ろに(T)が付加されているものは、その状態が温度に影響されることを示している。

【0021】

次に、第1レールバ15sの第1 sin相コイル34は第1ロータ31と同心上で第1ロータ31の周囲に固定されているステータのスロット内に先に記述した第1 cos相コイル36と電気角で90度の位相差を持って巻かれている。この第1 sin相コイル34は、一端に生じた第1 sin相電圧がCPU52の入力ポート52cに入力され、他端には共通アース線46が接続されている。第1 sin相電圧(後述する式(7))は、振幅が第1ロータ31の回転角 $\theta 1$ のsin値に依存して増減する交流の回転角電圧(後述する式(6))に、共通アース線46のインピーダンス48と励磁電流に起因する交流のバイアス電圧(前述した式(4))が重畳した電圧である。

【0022】

第1 sin相電圧の回転角電圧は式(6)で表わされる。

$$V_{sin1} = EK(T) \sin(\omega t + \alpha(T)) \sin(\theta 1) \quad (6)$$

第1 sin相電圧は式(6)と式(4)を加算した式(7)で表わされる。

$$V_{sin1T} = EK(T) \sin(\omega t + \alpha(T)) \sin(\theta 1) + R(T) I \sin(\omega t + \beta(T))$$

))

(7)

ここで、使用した記号は式(1)～式(5)で説明したものと同様である。

【0023】

第2レゾルバ16sの第2cos相コイル44、第2sin相コイル43も、共通のアース線46に接続されている。その他の基本的な構成についても第1レゾルバ15sと同様であるため、説明を省略する。

【0024】

またこのように、第1レゾルバ15sの第1励磁コイル31、第1cos相コイル36、第1sin相コイル34と、第2レゾルバ16sの第2励磁コイル42、第2cos相コイル44、第2sin相コイル43は共通のアース線46に接続されてアースされているので、別々の6本のアース線に接続する場合に比べて配線数を大幅に減少できる。

【0025】

次に、本実施例のトルク検出装置30を用いて温度の影響を補正する処理内容を説明する。本実施例では補正処理をリアルタイムに実施する例を示すが、補正処理はある時間間隔で実施しても、また温度補正処理開始のトリガ等がかかったときに実施しても勿論よい。

まず、励磁電圧の印加開始後に、運転者が図1に示すハンドル11を回転させて、第1ロータ31の電気角 $\theta 1$ を0～360度まで回転させたとする。この回転動作が行なわれると回転動作中、CPU52は50 μ sのサンプリング間隔で第1レゾルバ15sの第1sin相電圧をサンプリングして、そのデータをRAM58に格納する。

【0026】

サンプリングした第1sin相電圧データ群を横軸を回転角 $\theta 1$ とし、縦軸を電圧値としてプロットすると図3に示す様に振幅が $\sin(\theta 1)$ に依存して増減する交流波形となる。但し、実際には図3に示す波形より波長の非常に短い波形である。例えば励磁電圧の回転周波数を5KHZとすると周期は200 μ sとなり実際に回転させられるハンドル1周期に5000パルスの波形が含まれることに

なる。

【0027】

CPU 52 は、第1 sin相電圧データ群のうち、最大ピーク値を含む電圧データ群を検出する処理を行なう。回転角電圧にバイアス電圧が重畳した出力電圧がピーク値となる電気角では、回転角電圧もピーク値となる。回転角電圧がピーク値となるのは $\sin(\theta_1) = 1$ 、即ち電気角 $\theta_1 = 90$ 度のときである。本実施例では、電気角 θ_1 が 89.5 度 ~ 90.5 度の範囲(1度)に含まれる電圧データ群をサンプリングする。イメージ的には図3の範囲L1のデータをサンプリングする。またCPU 52 は、第1 sin相電圧データ群のうち、最大ボトム値を含む電圧データ群を検出する処理を行なう。回転角電圧にバイアス電圧が重畳した出力電圧がボトム値となる電気角では、回転角電圧もボトム値となる。回転角電圧がボトム値となるのは $\sin(\theta_1) = -1$ 、即ち電気角 $\theta_1 = 270$ 度のときである。本実施例では、電気角 θ_1 が 269.5 度 ~ 270.5 度の範囲(1度)に含まれる電圧データ群をサンプリングする。イメージ的には図3の範囲L2のデータをサンプリングする。

【0028】

図4 (a)、(b) は横軸を時間とし、縦軸を電圧としたグラフである。図4 (a) は最大ピーク値付近の第1 sin相電圧データ群と、これを構成する回転角電圧およびバイアス電圧を示す。図4 (b) は最大ボトム値付近の第1 sin相電圧データ群と、これを構成する回転角電圧およびバイアス電圧を示す。図4 (a)、(b) は、それぞれ図3の範囲L1と範囲L2の時間軸を拡大して示したものである。図4のPは第1 sin相電圧の周期であり、本実施例では $200 \mu s$ である。図4の τ はCPU 52 による第1 sin相電圧のサンプリング間隔であり、本実施例では $50 \mu s$ である。

【0029】

上記のようにして最大ピーク値を含む何周期分かの第1 sin相電圧データ群と、同じく最大ボトム値を含む何周期分かの第1 sin相電圧データ群をサンプリングした後、基準タイミングからの経過時間が等しいデータ同士を順次減算する。本実施例では基準タイミングを励磁電圧の印加開始時からの時間経過が周期Pの

整数倍のタイミングになるようにしている。上記減算値を2で割ることにより温度要素を含んだ回転角電圧が算出される。

【0030】

次に上記と同じく最大ピーク値を含む何周期分かの第1 sin相電圧データ群と、同じく最大ボトム値を含む何周期分かの第1 sin相電圧データ群をサンプリングした後、基準タイミングからの経過時間が等しいデータ同士を順次加算する。上記加算値を2で割ることにより温度要素を含んだバイアス電圧が算出される。

【0031】

上記手段により算出された回転角電圧を構成している回転角速度にかかる時間を2点とり、その時の回転角電圧値を読み取る。すると回転角電圧を構成している温度要素を含んだ2つのパラメータの値が求まる。また同じく上記手段により算出されたバイアス電圧を構成している回転角速度にかかる時間を2点とり、その時のバイアス電圧値を読み取る。するとバイアス電圧を構成している温度要素を含んだ2つのパラメータの値が求まる。以上求められた温度要素を含んだ4つのパラメータを使用することによって、1時間を読み込んだ回転角も実時間の温度変化の影響を受けない高精度な角速度となる。

【0032】

上記の内容を一般式で説明すると次のようになる。最大ピーク値の第1 sin相電圧データ群の一般式(8)と、最大ボトム値の第1 sin相電圧データ群の一般式(9)は次の式で表わされる。

$$V_{sinlmax} = EK(T) \sin(\omega t + \alpha(T)) \sin(90\text{度}) + R(T) I \sin(\omega t + \beta(T)) \quad (8)$$

$$V_{sinlmin} = EK(T) \sin(\omega t + \alpha(T)) \sin(270\text{度}) + R(T) I \sin(\omega t + \beta(T)) \quad (9)$$

式(8)から式(9)を減算して2で割ると、

$(V_{sinlmax} - V_{sinlmin}) / 2 = EK(T) \sin(\omega t + \alpha(T))$ が、即ち温度要素を含んだ回転角電圧が求まり、時間 t を変えて最低2点を測定すれば、 $K(T)$ 、 $\alpha(T)$ が求まる。

また、式(8)と式(9)を加算して2で割ると、

$(V_{sinlmax} + V_{sinlmin}) / 2 = R(T) I \sin(\omega t + \beta(T))$ が、即ち温度要素を含んだバイアス電圧が求まり、時間 t を変えて最低 2 点を測定すれば、 $R(T)$ 、 $\beta(T)$ が求まる。

【0033】

前述した式 (7) について、 V_{sinlT} は第 1 sin 相電圧として入力ポートを介して CPU 52 に取り込まれる値である。また E 、 ω 、 I は EEPROM に記憶されている値であり、温度に依存する要素 $K(T)$ 、 $\alpha(T)$ 、 $R(T)$ 、 $\beta(T)$ も前述の演算で算出されている。それらを使って式 (7) を変形してみると、

$$\sin(\theta_1) = \{ V_{sinlT} - R(T) I \sin(\omega t + \beta(T)) \} / E K(T) \sin(\omega t + \alpha(T))$$

となり温度変化に影響されない θ_1 を求めることが出来る。

【0034】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を適宜変更したものが含まれる。

(1) 上記実施例では、回転角検出装置を 2 つ備えたトルク検出装置に本発明を適用した例を説明したが、トルク検出装置ではない回転角検出装置に適用しても勿論よい。

(2) 本レゾルバは励磁コイルが回転子側に 1 本あり、出力コイルが固定子側に 2 本ある構成を示したが、励磁コイルが固定子側に 2 本あり、出力コイルが回転子側に 1 本または 2 本ある構成のレゾルバに適用しても勿論よい。

【0035】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る回転角検出装置とその温度補正の導出方法によれば、最大ピーク値を含む何周期分かの第 1 sin 相電圧データ群と、同じく最大ボトム値を含む何周期分かの第 1 sin 相電圧データ群をサンプリングして回転角電圧とバイアス電圧を算出している。そしてこの 2 つの電圧を使用して温度に依存する要素のパラメータ値を算出できるので、時々刻々変化する温度変化の影響を受けない高精度な回転角が得られるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 電動パワーステアリングシステム構成図を示す。

【図 2】 トルク検出装置のブロック図を示す。

【図 3】 ロータの電気角 360 度回転時の出力電圧のグラフ図を示す。

【図 4】 最大ピーク値及び最大ボトム値と各電圧波形を示す。

【図 5】 従来の回転角検出装置のブロック図を示す。

【符号の説明】

15s: 第 1 レゾルバ

16s: 第 2 レゾルバ

20: ECU

30: トルク検出装置

31: 第 1 ロータ

32: 第 1 励磁コイル

34: 第 1 sin 相コイル

36: 第 1 cos 相コイル

41: 第 2 ロータ

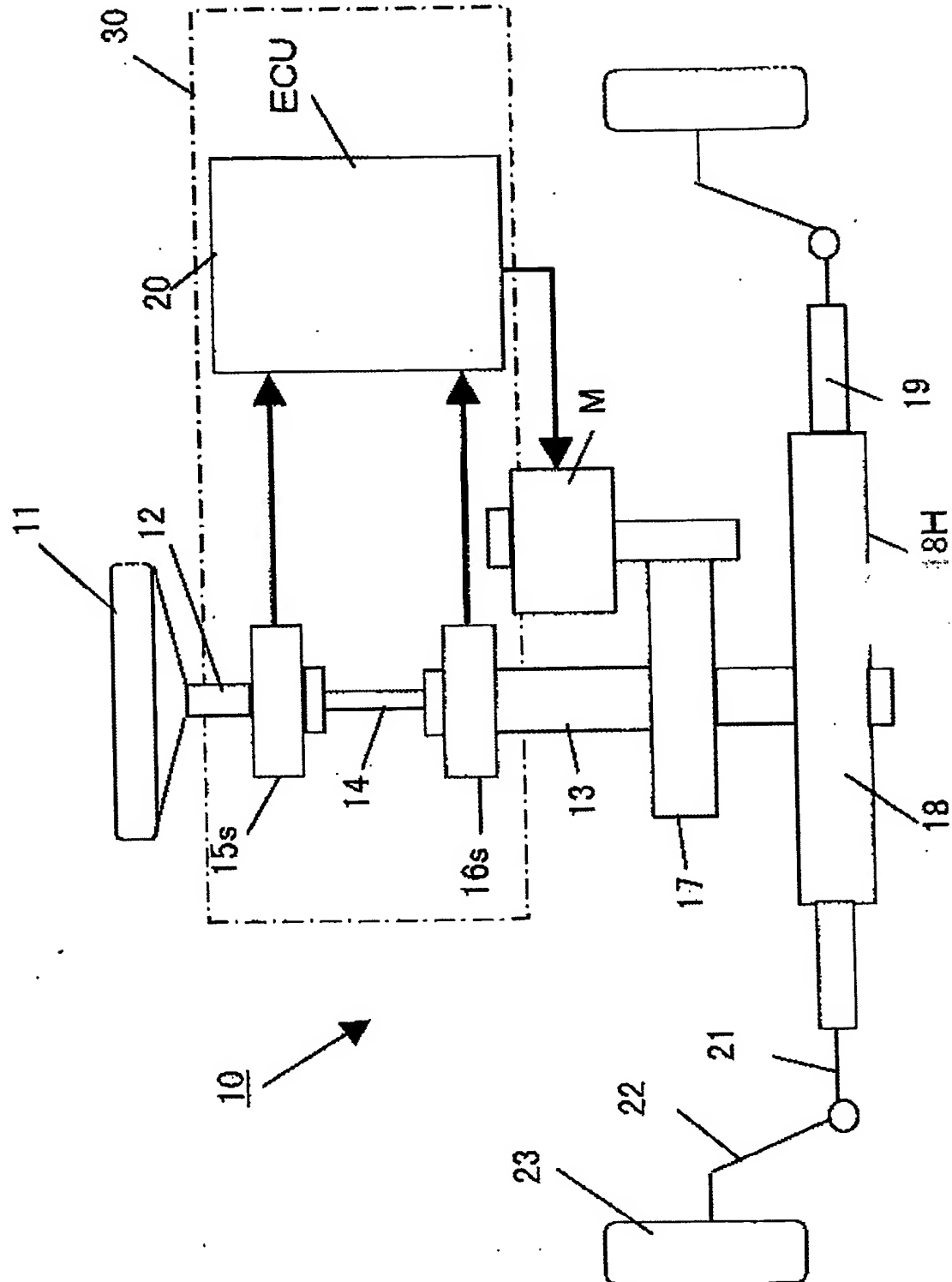
42: 第 2 励磁コイル

43: 第 2 sin 相コイル

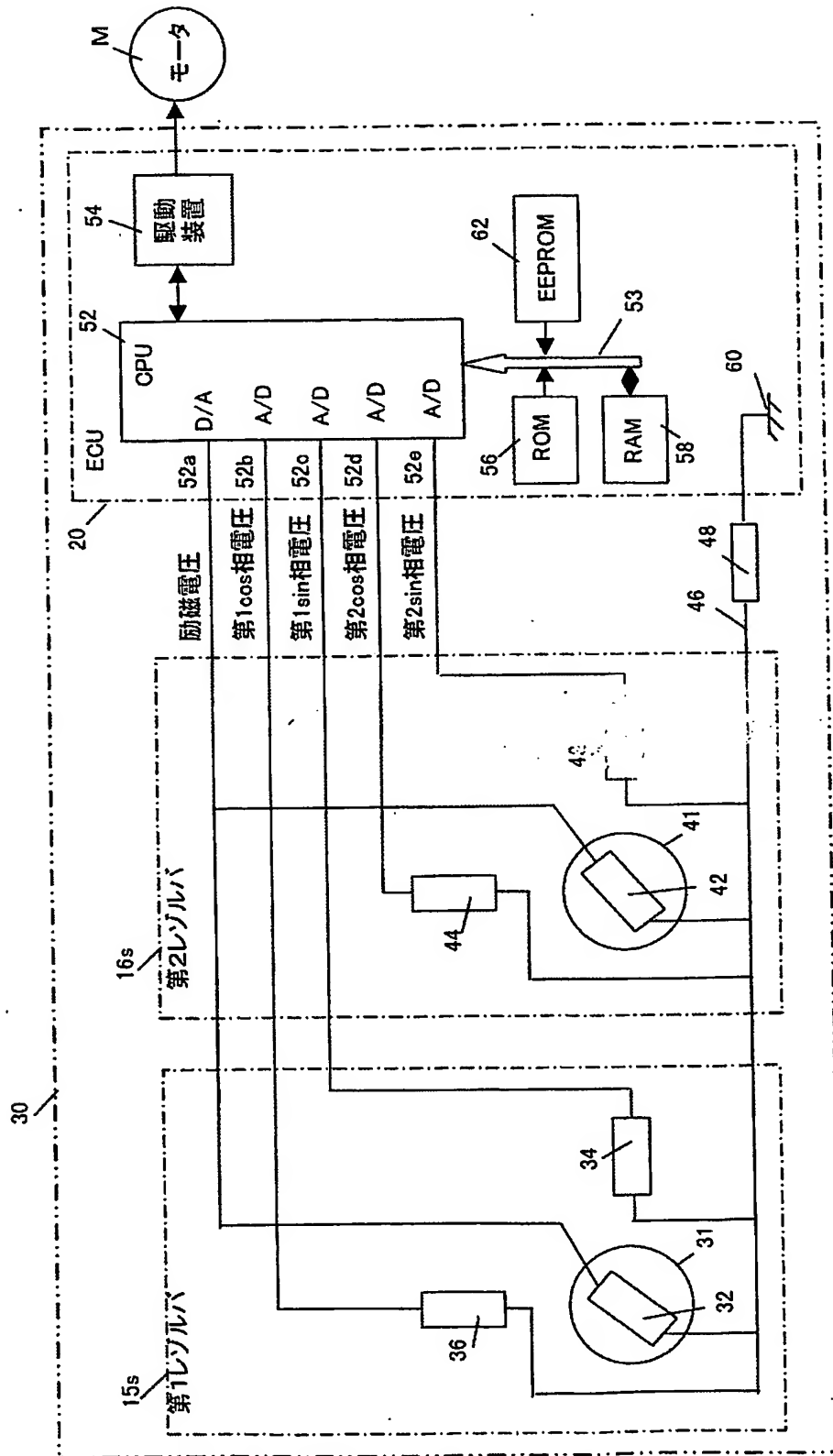
44: 第 2 cos 相コイル

【書類名】 図面

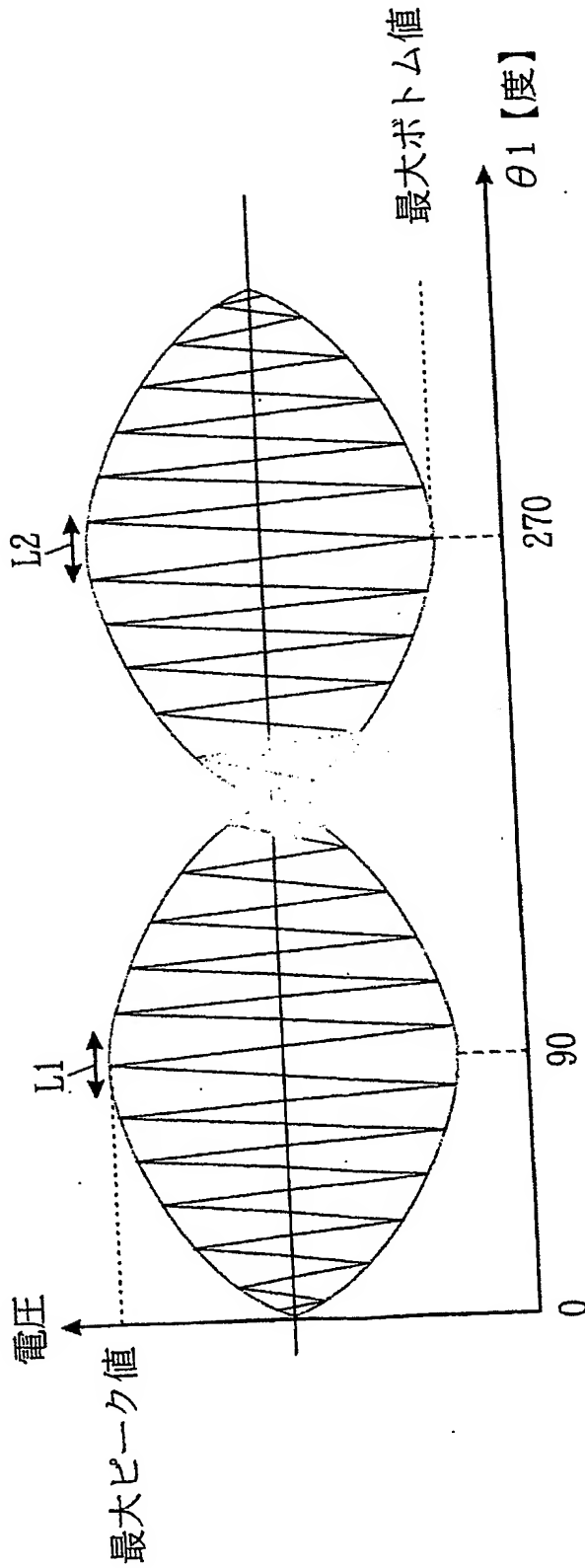
【図 1】



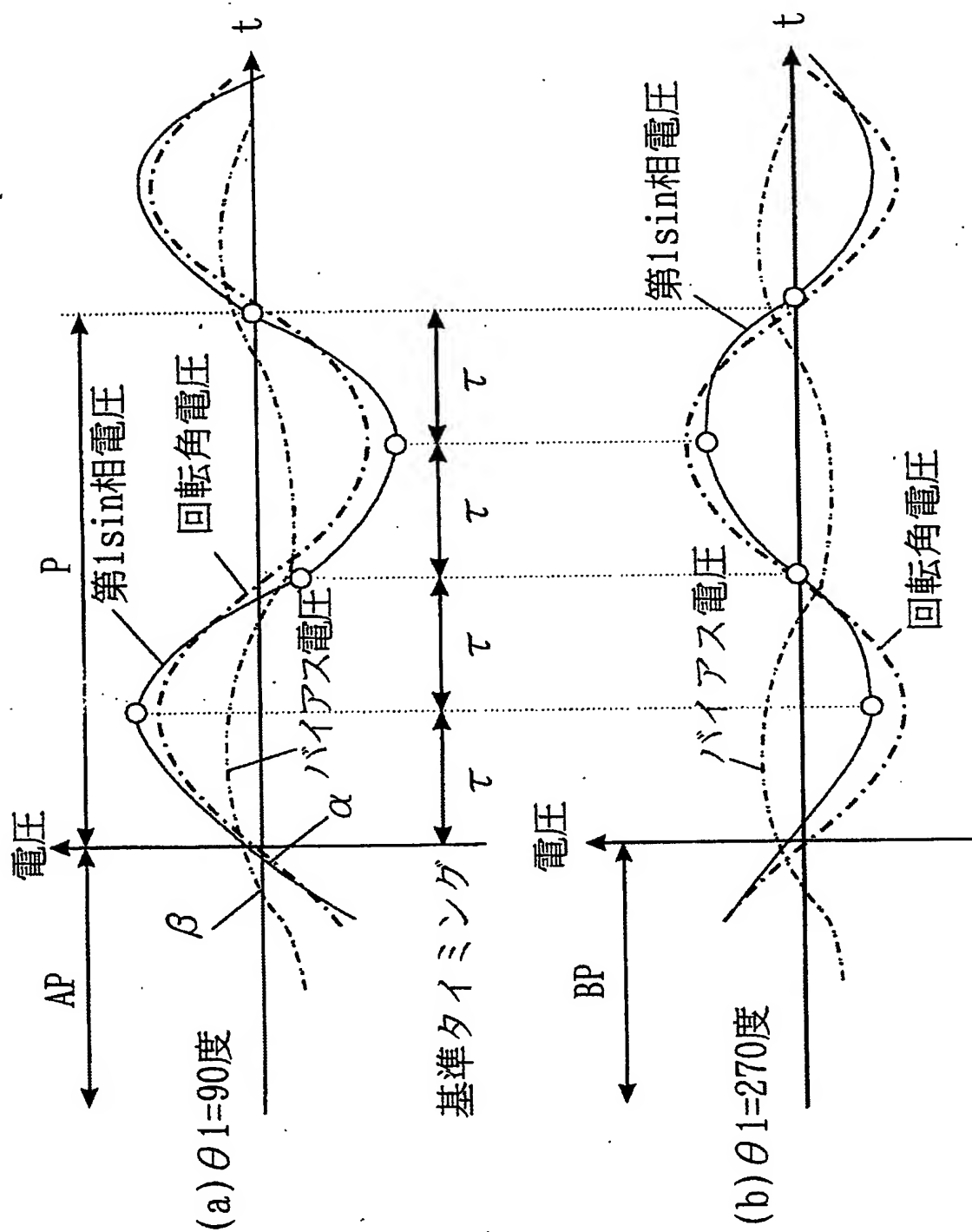
【図 2】



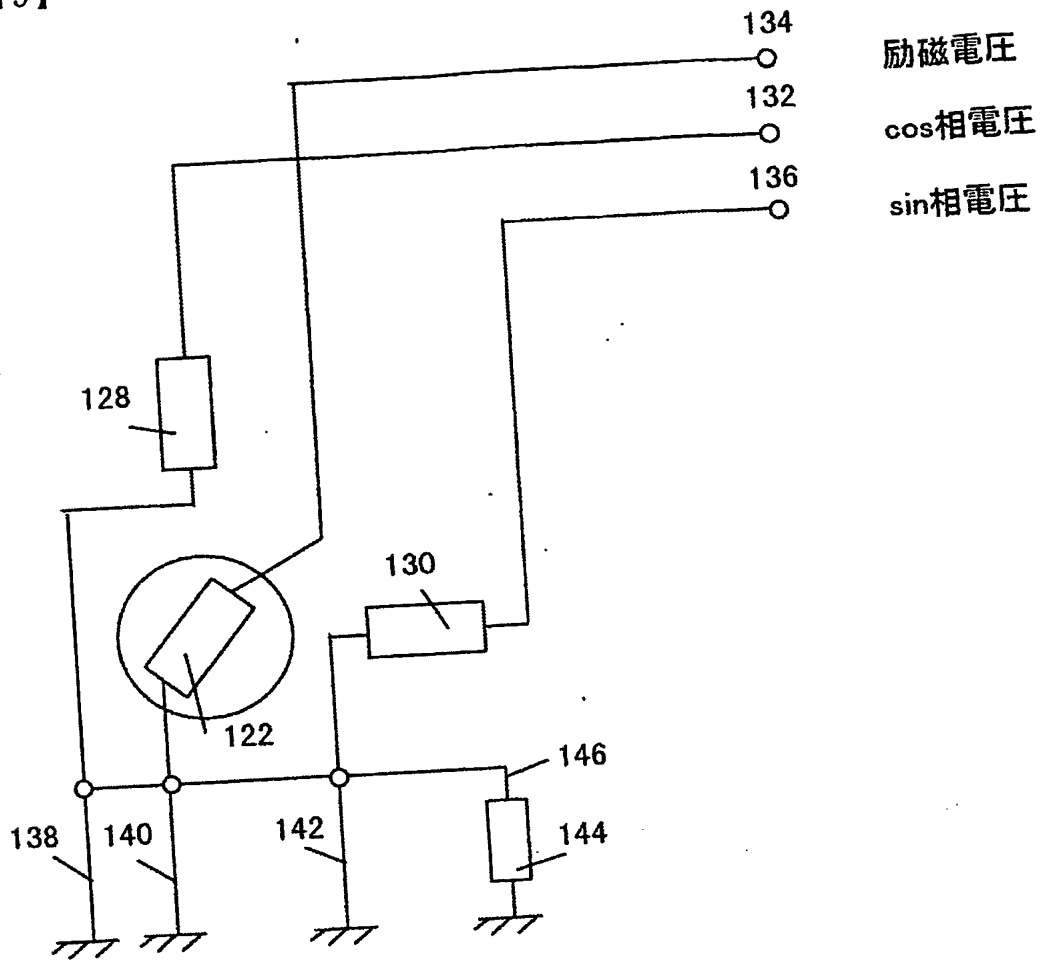
【図3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度変化の影響を受けることなく、ロータの回転角を高精度に検出する。

【解決手段】 レゾルバの回転角を表わす第1 sin相電圧は温度要素を持った回転角電圧とバイアス電圧の和で導かれる。この回転角電圧とバイアス電圧はロータの回転角の最大ピーク点 ($\theta = 90$ 度) と最大ボトム点 ($\theta = 270$ 度) の値を求め、それぞれを減算又は加算することにより求められる。そして回転角電圧の中で温度要素を持ったトランス効率 $K(T)$ 、位相差 $\alpha(T)$ 及びバイアス電圧の中で温度要素を持った共通アース線のインピーダンス $R(T)$ 、位相差 $\beta(T)$ を求める。これらを第1 sin相電圧を求める式に代入することにより温度の影響を受けない回転角が求められる。

【選択図】 図4

特願2002-155651

出願人履歴情報

識別番号

[000003470]

1. 変更年月日

1990年 8月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

氏 名

豊田工機株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.